

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМ. *SACTACEAE* JUSS.

В статье рассматриваются основные механизмы САМ-метаболизма представителей сем. *Sactaceae* Juss., которые во многом обусловили морфо-физиологические особенности данной группы растений. Эволюционно молодой тип фотосинтеза, САМ-метаболизм, характеризует роды, появившиеся относительно недавно и имеющие ярко выраженную суккулентность, в то время, как у наиболее древнего подсемейства *Pereskioideae* встречаются переходные формы. В статье рассмотрены характерные черты САМ фотосинтеза разных систематических групп семейства и различных экологических форм растений, а также факторы, вызывающие индукцию САМ типа метаболизма. Рассмотрены особенности фотосинтезирования и водного обмена суккулентных растений в условиях закрытого грунта. В основе оптимизации культивирования и размножения редких и высокодекоративных видов сем. *Sactaceae*, произрастающих в условиях оранжереи, лежит изучение особенностей САМ типа фотосинтеза.

Введение. Представители сем. *Sactaceae* Juss. традиционно культивируются в условиях умеренного климата как декоративные растения. Одной из причин снижения численности этих растений в естественных популяциях является браконьерство. Становится актуальной задача размножения этих растений, представляющих ценный генетический ресурс в условиях оранжереи.

Одним из основных способов пополнения коллекции кактусов редкими декоративными видами является обмен семенами между ботаническими садами в глобальном масштабе [1]. Однако и так небольшое количество ценных семян, при обычных условиях проращивания имеют невысокий процент всхожести. Часто это обусловлено морфо-физиологическими особенностями семян: строением оболочки, типом покоя, развитием зародыша [2]. Преодоление физиологического покоя возможно под действием внешних факторов – температуры, механического воздействия на оболочку, инкубирования семян в растворах химических веществ. Важным моментом является сохранение жизнеспособности сеянцев на ранних стадиях онтогенеза. Применение растворов биологически активных веществ (БАВ), является весьма перспективным методом для повышения всхожести семян, роста и развития сеянцев представителей сем. *Cactaceae* [3].

Целью нашего исследования являлось изучение влияния физиологически активных веществ на прорастание семян, биометрические характеристики и жизнеспособность сеянцев некоторых видов сем. *Cactaceae* для пополнения коллекции ботанического сада новыми видами растений.

Материалы и методы исследований. Объектами исследования являлись семена 6 видов кактусов, полученные из ГБС г. Москва: *Escobaria ziliziana* Backbg., *Mammillaria bocasana* Pos Multy, *Mammillaria bocasana* Pos. var. *rasua*, *Mammillaria densispina* Upl., *Mammillaria gracillis* Pfeiff., *Mammillaria parkinsonii* Ehrenbg. Семена предварительно замачивали, после чего в течение часа обрабатывали растворами БАВ. Были выбраны пять веществ, разных по химической природе, но подобных по физиологическому действию – повышение всхожести семян, увеличение жизнеспособности растений. Исследовали варианты: янтарная кислота (ЯК), нафтилуксусная кислота (НУК), препарат “ЭПИН” – действующее вещество эпибрассинолид (ЭБ), препарат “ГУМАТ натрия” – действующее вещество натриевые соли гуминовых кислот (НГК), препарат “ЦИРКОН” – действующее вещество гидроксикоричные кислоты (ГКК). Из массива данных в статье рассматриваются наиболее оптимальные концентрации веществ, для проращивания семян данных видов: ЯК – 10 мг/л, НУК – 0,2 мг/л, ЭБ – 0,01 мг/л, НГК – 0,3 мг/л, ГКК – 0,01 мг/л [4, 5, 6]. Контролем служили семена, инкубированные в воде. Все семена проращивали при 25°C и 16-часовом световом периоде [7]. Наблюдения велись в течении 100 дней. Оценивали всхожесть (процент нормально проросших семян), жизнеспособность и биометрические параметры (длина и диаметр мм) проростков на 60 день. Каждый вариант имел пять повторностей, полученные данные статистически обработаны в программе Statistica 6.0 (2000).

Результаты исследований и их обсуждение. Семена, проращиваемые с применением БАВ, имели разную всхожесть (см. таблицу). Исследования показали, что наиболее высокой всхожестью отличается *Escobaria ziliziana*. Для данного вида характерно некоторое уменьшения процента проросших семян при применении стимуляторов роста, за исключением варианта с применением ГКК. Увеличение процента всхожести семян при обработке БАВ отмечено для разновидности *Mammillaria bocasana* Pos Multy. В сравнении с контролем (80%) варианты с НУК и ЭБ имели 100%, с НГК – 89%, ЯК – 83% проросших семян, и только в варианте с ГКК отмечено уменьшение всхожести до 45%. Лучшим раствором для прорастания семян *Mammillaria bocasana* var *rasua* оказался вариант с ГКК, в котором показана 100% всхожесть, в остальных вариантах также отмечено увеличение процента проросших семян в сравнении с контролем, кроме вари-

анта с НГК (29%). Для вида *Mammillaria parkinsonii* в контрольном варианте отмечено прорастание 84% семян, воздействие НУК и ГКК благоприятным сказалося на всхожести, увеличив процент до 100 и 96, соответственно, другие вещества несколько снизили процент проросших семян. Всхожесть семян *Mammillaria densispina* варьировала в пределах (44–92%), при этом отмечено уменьшение процента проросших семян при инкубировании их в растворах БАВ. Самая низкая всхожесть семян отмечена у *Mammillaria gracillis*, при этом обработка стимуляторами роста не оказала положительного эффекта, а снизила процент всхожести.

Влияние биологически активных веществ на всхожесть семян, длину, диаметр и жизнеспособность проростков кактусов (на 60 день)

	<i>Escobaria zilziana</i>	<i>Mammillaria bocasana Pos Multy</i>	<i>Mammillaria bocasana var. rasua</i>	<i>Mammillaria densispina</i>	<i>Mammillaria gracillis</i>	<i>Mammillaria parkinsonii</i>
Всхожесть семян, %						
Контр.	100	80	71	92	62	84
ЯК	69	83	93	79	0	58
НУК	86	100	83	69	27	100
ЭБ	75	100	86	44	30	75
ГЯК	88	89	29	88	40	63
МЯК	100	45	100	71	40	96
Длина семян, мм						
Контр.	2,0	4,0	2,0	3,0	5,0	6,0
ЯК	4,0	4,0	1,0	4,0	-	6,0
НУК	3,0	3,5	6,0	3,0	4,5	7,0
ЭБ	4,0	5,0	6,0	3,0	2,0	4,0
ГЯК	2,0	5,0	3,0	3,0	3,0	5,0
МЯК	4,0	3,0	1,5	2,0	3,0	6,0
Диаметр семян, мм						
Контр.	1,0	2,0	1,0	2,0	1,5	2,0
ЯК	2,0	1,7	1,0	2,0	-	2,0
НУК	1,5	2,0	1,0	1,0	1,5	2,0
ЭБ	1,0	2,0	1,2	1,0	1,0	2,0
ГЯК	1,0	1,3	1,0	1,0	1,5	2,0
МЯК	1,5	2,0	1,0	1,1	1,5	2,0
Жизнеспособность семян, % (40 день)						
Контр.	75	100	65	83	34	70
ЯК	100	100	100	76	-	73
НУК	100	70	90	91	98	71
ЭБ	83	100	100	100	67	72
ГЯК	100	100	75	100	88	71
МЯК	100	100	38	100	90	78

Наиболее крупными сеянцами оказались растения *Mammillaria parkinsonii*, их длина варьировала в пределах 3,9–7,0 мм, а диаметр 1,8–2,0 мм. При этом отмечено, что наиболее крупными растениями 7,0 ± 0,25 мм оказались сеянцы в варианте с НУК, а самыми маленькими 3,9 ± 0,15 мм – в варианте с ЭБ. При этом заметного влияния на диаметр сеянцев *Mammillaria parkinsonii* БАВ не оказали. У сеянцев вида *Mammillaria bocasana var. rasua* использование растворов НУК и ЭБ увеличило длину сеянцев до 6,0 ± 0,23 мм в сравнении с контрольными 2,0 ± 0,05 мм, а растворы ЯК и ГКК уменьшили длину сеянцев до 0,9 ± 0,07 и 1,5 ± 0,05 мм соответственно. Диаметр данного вида увеличился только при обра-

ботке ЭБ $1,2 \pm 0,04$. Для вида *Mammillaria bocasana Pos Multy* отмечено увеличение длины сеянцев в вариантах с ЭБ ($5,0 \pm 0,14$ мм) и НГК ($4,9 \pm 0,20$ мм) и уменьшение длинны с НУК ($3,5 \pm 0,05$ мм) и ГКК ($2,8 \pm 0,05$ мм). Однако уменьшение диаметра сеянцев отмечено в вариантах с обработкой ЯК и НГК – $1,7 \pm 0,14$ и $1,3 \pm 0,25$ мм, соответственно. Увеличение размеров сеянцев *Escobaria zilziana* при обработке семян БАВ отмечено во всех вариантах, кроме НГК, где длинна и диаметр растений соответствовали контрольным растениям. На длину сеянцев *Mammillaria densispina* стимуляторы роста не оказали значительного влияния, за исключением варианта с ГКК, при котором отмечено уменьшение длины сеянцев до $1,8 \pm 0,40$ мм, и варианта с ЯК, где отмечено увеличение длинны и диаметра сеянцев $4,0 \pm 0,23$ мм, $2,0 \pm 0,05$ мм, соответственно. Диаметр сеянцев в других вариантах в сравнении с контролем, уменьшился. У растений *Mammillaria gracillis* было установлено, снижение длинны сеянцев при обработке семян стимуляторами роста: так длинна контрольных сеянцев составила $5,0 \pm 0,24$ мм, а в остальных вариантах она варьировала между значениями $2,0 - 4,5$ мм. Уменьшение диаметра растений данного вида отмечено в варианте с ЭБ, в остальных случаях значения незначительно отличались от контрольной группы.

Жизнеспособность сеянцев в первые месяцы после прорастания является решающим этапом для дальнейшего роста и развития кактусов [8]. Наибольшей жизнеспособностью отличались сеянцы *Mammillaria bocasana Pos Multy*, при этом снижение жизнеспособности отмечено только в варианте с НУК, в котором зарегистрировано 70% жизнеспособных сеянцев. У вида *Mammillaria bocasana var. rasua* отмечено увеличение жизнеспособности сенцев при использовании БАВ во всех вариантах, кроме варианта с ГКК (38%). Лучшими веществами оказались ЯК и ЭБ, которые обеспечили 100% жизнеспособность сеянцев. Для сеянцев *Mammillaria parkinsonii* характерно незначительное увеличение процента жизнеспособных сеянцев в вариантах с применением регуляторов роста, значения находятся в интервале 70% – 78%. Увеличение жизнеспособности сеянцев *Mammillaria densispina* отмечено во всех вариантах обработки семян по сравнению с контролем, за исключением ЯК. В вариантах с ЭБ, НГК и ГКК все сеянцы оказались жизнеспособными. Для вида *Escobaria zilziana* отмечено увеличение процента жизнеспособных сеянцев во всех вариантах. Процент жизнеспособных сеянцев *Mammillaria gracillis* при обработке БАВ находится в интервале 67% – 98%, что значительно выше контрольного варианта (34%).

Дружное прорастание семян всех видов отмечено в интервале 2-20 суток. Начало прорастания в первые пять суток отмечено у *Mammillaria parkinsonii*. Массовое прорастание *Mammillaria bocasana Pos Multy*, *Mammillaria densispina* зарегистрировано на 10-15 день. Виды *Escobaria zilziana*, *Mammillaria gracillis* и *Mammillaria bocasana Pos var. rasua* отличаются дружным прорастанием на 5-20 сутки. Следует отметить, что скорость прорастания семян, зависит от вида растения и веществ, которыми семена обрабатывали. Так, на графиках (рис. 1) отражены результаты влияния БАВ на всхожесть и скорость прорастания семян. Для вида *Escobaria zilziana* обработка семян стимуляторами роста, в сравнении с контролем, увеличила скорость прорастания, но понизила процент всхожих семян. Вид *Mammillaria bocasana Pos Multy* характеризуется дружным прорастанием семян во всех вариантах, при этом в сравнении с контролем обработка семян БАВ показала увеличение процента прорастания, кроме варианта с ГКК, при котором отмечено снижение всхожести. Увеличение процента всхожести семян *Mammillaria bocasana Pos var. rasua* при обработке стимуляторами роста в сравнении с контролем отмечено во всех вариантах, при этом 100% всхожести отмечено в варианте с ГКК. Вид *Mammillaria densispina* характеризуются отрица-

тельным влиянием БАВ на процент проросших семян, при этом наименьший процент всхожести отмечен при обработке ЭБ. У *Mammillaria gracillis* отмечена самая низкая всхожесть семян. Обработка БАВ понижает процент всхожести, при этом в варианте с ЯК семена не взошли. Для *Mammillaria parkinsonii* характерна различная реакция семян на стимуляторы роста. Обработка растворами НУК и ГКК повысила процент проросших семян до 100 в сравнении с контрольной группой, а обработка ЯК, ЭБ, НГК понизила. Можно отметить, что семена, обработанные растворами БАВ, начали прорастать быстрее контрольных семян, однако конечный процент проросших семян отличался у каждого вида.

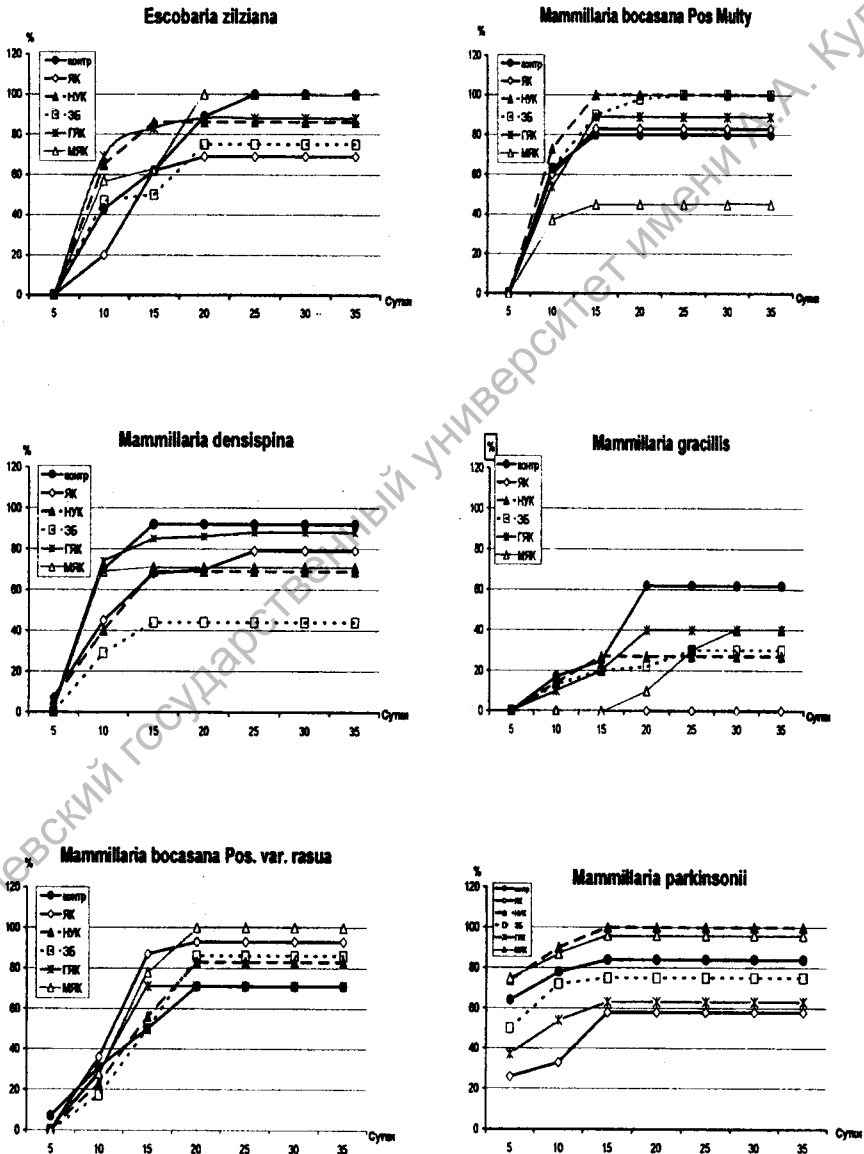


Рис. 1. Скорость прорастания контрольных семян и обработанных ЯК, НУК, ЭБ, ГЯК, МЯК

Таким образом, применение обработки семян растворами БАВ на разные виды сем. *Cactaceae* проявляется по-разному. Одно и тоже вещество может повышать или понижать скорость прорастания и может влиять на процент проросших семян. Так, разновидности *Mammillaria bocasana* положительно отзываются на обработку БАВ. Для видов *Escobaria zilziana*, *Mammillaria densispina*, *Mammillaria gracillis* использование БАВ на этапе проращивания семян не эффективно. Для вида *Mammillaria parkinsonii* растворы НУК и ГКК повышают всхожесть семян. Влияние регуляторов роста на биометрические параметры сеянцев также различно. *Mammillaria parkinsonii* и *Mammillaria densispina* не отреагировали изменением длины и диаметра сеянцев на обработку стимуляторами роста. Положительная реакция на БАВ отмечена у вида *Escobaria zilziana* во всех вариантах. Негативное влияние растворов БАВ замечено в исследованиях на *Mammillaria gracillis*. Разновидности *Mammillaria bocasana* проявили неоднозначную реакцию изменения длины и диаметра сеянцев при обработке семян стимуляторами роста. Однако следует отметить, что обработка БАВ семян увеличивает жизнеспособность сеянцев на первых этапах роста и развития кактусов. Различия во всхожести, сроках, скорости прорастания семян и жизнеспособности сеянцев видоспецифичны. Систематическое положение, климатический фактор мест вызревания семян, условия культивирования требуют индивидуального подхода в определении веществ и их концентраций для успешного проращивания семян редких и ценных видов кактусов. В целом применение БАВ положительно влияет на всхожесть семян и жизнеспособность сеянцев на начальных этапах развития и является эффективным методом повышения коэффициента размножения представителей сем. *Cactaceae*.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ortega-Baes, P.** Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae / P. Ortega-Baes, H. Godinez-Alvarez // Biodiversity and Conservation. – 2006. – Vol. 15. – P. 817-827.
2. **Mandujano, M.** Dormancy and endozoochorous dispersal of *Opuntia rastrera* in the Southern Chihuahuan Desert / M. Mandujano, J. Golubov, C. Montana // Journal of Arid Environments. – 1997. – Vol. 36. – P. 259-266.
3. **Rojas-Arechiga, M.** Cactus seed germination: a review / M. Rojas-Arechiga, C. Vazquez-Yanes // Journal of Arid Environments. – 2000. – Vol. 44. – P. 85-104.
4. Янтарная кислота – миметик салициловой кислоты / И.А. Тарчевский [и др.] // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – С. 23-28.
5. **Пшибытко, Н.Л.** Влияние экзогенных брассиностероидов на фотосинтез в проростках ячменя / Н.Л. Пшибытко, Л.Н. Калитухо // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – 2003. – С. 111.
6. **Позняк, С.С.** Влияние стимуляторов роста на развитие и приживаемость черенков ивы / С.С. Позняк, О.И. Родькин // Регуляция роста развития и продуктивности растений; мат-лы 4 межд. науч. конф., г. Минск, – 2005. – С. 180.
7. **Nobel, P.S.** Temperature, water availability, and nutrient levels at various soil depths - consequences for shallow-rooted desert succulents, including nurse plant effects / P.S. Nobel // American Journal of Botany. – 1989. – Vol. 76. – P. 1486-1492.
8. **Drezner, T.** Saguaro recruitment over their American range: a separation and comparison of summer temperature and rainfall / T. Drezner // Journal of Arid Environments. – 2004. – Vol. 56. – P. 509-524.

Поступила в редакцию 14.09.2006 г.